

**PENGARUH GENETIK DAN LINGKUNGAN TERHADAP
SIFAT KARKAS SAPI JEPANG COKLAT**

Sri Rachma Aprilita Bugiwati
Jurusan Produksi Ternak, Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin
Jl. Perintis Kemerdekaan km.10, Tamalanrea, Makassar (90245)
e-mail : *srirachma@yahoo.com*

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan di propinsi Kumamoto Jepang menggunakan 21.086 ekor sapi jantan muda dan 7.151 ekor sapi betina muda dari bangsa sapi Jepang coklat dengan mengukur sifat karkas yaitu *M.longissimus dorsi* (MLD), tebal lemak subkutan (TLS), tebal tulang rusuk (TTR) dan marbling score (MS). Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan tambahan informasi tentang pengaruh genetik dan lingkungan terhadap kualitas dan kuantitas daging sapi Jepang coklat sebagai salah satu informasi saat proses seleksi. Hasil yang diperoleh adalah seluruh sifat karkas sangat nyata dipengaruhi oleh faktor pejantan, jenis kelamin dan tahun penggemukan. Ukuran MLD dan MS pada sapi jantan muda lebih besar ($1,4 \text{ cm}^2$) dan lebih baik (0,05) dibandingkan dengan sapi betina muda. Sapi yang mulai digemukkan saat musim dingin cenderung memiliki ukuran MLD yang lebih besar, nilai MS yang lebih tinggi namun ketebalan TLS dan TTR yang lebih tipis dibandingkan dengan musim yang lain. Rentang dugaan nilai heritabilitas untuk sifat karkas adalah 0,22–0,36. Korelasi genotip dan fenotip antar sifat karkas adalah positif dan berkisar antara 0,05–0,62 dan antara 0,03–0,32 kecuali korelasi antara MLD dengan TLS adalah negatif ($-0,14$ dan $-0,03$).

Kata Kunci : Sifat Karkas, Korelasi Genotip, Korelasi Fenotip, Sapi Jepang Coklat,

**THE GENETIC AND PHENOTYPIC EFFECTS ON CARCASS
TRAITS OF JAPANESE BROWN CATTLE**

ABSTRACT

The studies on the genetic and environmental effects on *M.longissimus dorsi* (MLD), fat thickness (TLS), rib thickness (TTR) and marbling score (MS) were conducted on 21,086 steers and 7,151 heifers of Japanese Brown cattle at Kumamoto prefecture Japan to get some information for improving the quality and quantity of meat cattle. The results were shown that all carcass traits were affected significantly ($P < 0.01$) by sire, sex and initial year effects. Both of the MLD and MS of steers were greater than heifers. Their differences were 1.4 cm^2 for MLD and 0.05 for MS, respectively. Cattle started for fattening in winter tend to have higher of MLD and MS and thicker of TLS and TTR than those in other seasons.

Heritability estimates of MLD, TTR, TLS and MS were ranged from 0.22 to 0.36. Genetic and phenotypic correlations of MLD, TLS, TTR and MS were positive and ranged from 0.05 to 0.62 and from 0.03 to 0.32 except TLS with MLD was negative (-0.14 and -0.03).

Keywords : Carcass Traits, Genetic Correlation, Phenotypic Correlation, Japanese Brown Cattle

PENDAHULUAN

Tingkat persaingan produksi daging sapi di Jepang sangat tinggi karena didasarkan pada kualitas daging. Penentuan kualitas daging di Jepang terutama berdasarkan pada tingkat penyebaran lemak dalam daging/marbling yang merupakan sifat yang sangat penting saat evaluasi karkas. Sapi Jepang coklat memiliki kualitas daging yang lebih rendah namun memiliki angka pertumbuhan dan efisiensi penggunaan pakan yang lebih tinggi dibandingkan dengan sapi Jepang hitam yang merupakan bangsa sapi unggul di Jepang (Namikawa, 1992).

Sejak tahun 1919, pemerintah Jepang telah memberhentikan kegiatan kawin silang antara sapi asli Jepang dengan sapi import seperti bangsa sapi Brown Swiss, Shorthorn, Devon, Simmental, Ayrshire, Korean, Holstein dan Angus. Setelah melewati berbagai proses seleksi yang ketat dan seragam di seluruh propinsi di Jepang untuk mendapatkan bangsa sapi Jepang murni selama beberapa dekade maka sejak tahun 1944 "The Council of Cattle Registration" di Jepang memutuskan bahwa di Jepang telah didapatkan empat bangsa sapi unggul dan murni yaitu sapi Japanese Black, Japanese Brown, Japanese Shorthorn dan Japanese Polled yang secara umum dikenal dengan nama "Wagyu" (Wa=Jepang ; Gyu=sapi) (Namikawa, 1992).

Salah satu tujuan dan program pemuliaan ternak sapi di Jepang antara lain adalah meningkatkan kualitas dan kuantitas daging sapi Jepang coklat melalui usaha seleksi, sistem evaluasi dan sistem perkawinan yang ketat untuk mendapatkan pejantan unggul dan akhirnya dapat meningkatkan kualitas produksi daging sapi. Sifat karkas merupakan salah satu bentuk performans berupa sifat kuantitatif yang merupakan akumulasi dari pengaruh genetik dan pengaruh lingkungan. Untuk mendapatkan sapi yang menghasilkan karkas berkuantitas dan berkualitas baik dibutuhkan tetua yang memiliki genetik yang baik serta kemampuan menurunkan sifat yang tinggi. Kemampuan tersebut dapat diduga melalui nilai heritabilitas. Berbagai faktor lingkungan turut berpengaruh pada performans individu baik secara positif maupun negatif. Selain itu perhitungan korelasi genetik dan korelasi lingkungan terhadap performanspun turut memperkuat informasi saat melakukan seleksi. Oleh karena itu berbagai informasi dari potensi Sapi Jepang coklat serta berbagai efek genetik, fenotipik dan lingkungan yang berpengaruh sangat dibutuhkan untuk menunjang program seleksi (Hirooka, *et al.*, 1996).

BAHAN DAN METODE

Sifat-sifat karkas didapatkan melalui pengukuran langsung pada 21.086 ekor sapi Jepang coklat jantan muda (steer) dan 7.151 ekor sapi Jepang coklat betina muda (heifer). Ternak penelitian tersebut merupakan keturunan dari 121 ekor pejantan yang dipelihara dan sedang dalam proses seleksi pejantan unggul di propinsi Kumamoto Jepang pada tahun 1987 hingga 1995.

Seluruh ternak penelitian digemukkan dengan pakan berupa konsentrat (73.0% total nutrisi yang dapat dicerna dan 10.0% total protein kasar yang dapat dicerna), hijauan dan air (*ad-libitum*). Sebelum dipotong, seluruh ternak dipuaskan. Dua puluh empat jam setelah pemotongan, pengukuran sifat-sifat karkas dilakukan diantara tulang rusuk ke-6 dan 7 pada bagian potongan tubuh sebelah kiri karkas. Sifat-sifat karkas yang diukur adalah luas otot M. Longissimus dorsi (MLD), tebal lemak subkutan (TLS), tebal tulang rusuk (TTR) dan skor penyebaran marbling (MS). Rataan umur dan berat badan seluruh ternak penelitian pada awal penggemukan adalah $9,9 \pm 1,1$ bulan dan $302,0 \pm 29,7$ kg dengan rata-rata lama penggemukan adalah $14,5 \pm 1,3$ bulan.

Metode Statistika

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan program LSMLMW (Harvey, 1990) dengan model matematika :

$$Y_{ijklm} = \mu + s_i + X_j + Y_k + S_l + (YS)_{kl} + (XY)_{jk} + (XS)_{jl} + a(A_{ijkl} - \bar{A}) + b(U_{ijkl} - \bar{U}) + c(E_{ijkl} - \bar{E}) + e_{ijklm}$$

dimana,

Y_{ijklm} = nilai pengamatan

μ = nilai tengah populasi

s_i = efek random dari pejantan ke- i (1, 2, ..., 121)

X_j = efek tetap dari jenis kelamin ke- j (1,2)

Y_k = efek tetap dari tahun penggemukan ke- k (1,2, ..., 9)

S_l = efek tetap dari musim awal penggemukan ke- l (1=Des-Feb; 2=Maret-Mei; 3=Juni-Agustus; 4=September-November)

$(YS)_{kl}$ = efek interaksi dari tahun penggemukan dengan musim awal penggemukan

$(XY)_{jk}$ = efek interaksi antara jenis kelamin dengan tahun penggemukan

$(XS)_{jl}$ = efek interaksi antara jenis kelamin dengan musim awal penggemukan

a, b, c = koefisien regresi linier

$A_{ijkl}, U_{ijkl}, E_{ijkl}$ = umur awal penggemukan, berat badan awal penggemukan dan lama penggemukan

e_{ijklm} = kesalahan random

Duncan's New Multiple Range Test digunakan untuk mengetahui perbedaan rata-rata terkecil antar sifat karkas (Gaspersz, 1991)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai rata-rata dan standar deviasi untuk berat badan akhir penggemukan, berat karkas dan pertambahan berat badan harian sapi Jepang coklat berturut-turut adalah $669,7 \pm 66,2$ kg; $432,6 \pm 50,1$ kg dan $0,84 \pm 0,15$ kg/hari. Hasil pengukuran sifat karkas pada penelitian ini (Tabel 1) masih dibawah dari hasil pengukuran karkas dari sapi Jepang hitam yang digemukkan yaitu $48,4 \pm 6,1$ cm² untuk MLD; $73,0 \pm 7,8$ mm untuk TTR; $31,0 \pm 8,6$ mm untuk TLS dan $1,75 \pm 0,7$ untuk MS (Oyama, *et al.*, 1995). Rahim (1998) menggunakan sapi Jepang coklat di propinsi Kouchi dan Kumamoto Jepang menemukan hasil yang tidak jauh berbeda yaitu berturut-turut $47,2 \pm 6,2$ cm² dan $48,8 \pm 5,9$ cm² (MLD); $68,1 \pm 8,1$ mm dan $69,8 \pm 7,5$ mm (TTR); $20,8 \pm 6,8$ mm dan $24,9 \pm 7,8$ mm (TLS); $1,17 \pm 0,64$ dan $0,91 \pm 0,48$ (MS).

Tabel 1. Rataan, standar deviasi dan koefisien variasi sifat karkas Sapi Jepang Coklat

Sifat Karkas ^a	Rataan dan Standar Deviasi	Koefisien Variasi
MLD	$48,7 \pm 6,0$	12,3 %
TTR	$69,7 \pm 7,4$	10,6 %
TLS	$25,6 \pm 8,5$	33,0 %
MS	$0,86 \pm 0,46$	53,5 %

n = 28.237 ekor

^a MLD : luas otot M. longissimus dorsi (cm²); TTR : tebal tulang rusuk (mm);

TLS : tebal lemak subkutan (mm); MS : skor penyebaran marbling

Nilai koefisien variasi pada MS adalah tertinggi diantara sifat-sifat karkas yang lain. Hal ini menandakan kondisi homogenitas MS adalah tertinggi diantara sifat-sifat karkas lainnya yang terlihat dari sebaran skor penyebaran marbling pada sapi Jepang coklat adalah sempit (berkisar antara "0" hingga "1") sedangkan pada sapi Jepang hitam adalah lebar (berkisar antara "0" hingga "5"). Hasil tersebut membuktikan bahwa kualitas daging sapi Jepang coklat dapat ditingkatkan sehingga mendekati kualitas daging sapi Jepang hitam melalui perbaikan genetik.

Bangsa sapi Jepang coklat terutama strain dari Kumamoto memiliki ukuran dewasa dan angka pertumbuhan yang lebih besar dibandingkan dengan jenis sapi Jepang lainnya namun kualitas dagingnya lebih rendah dibandingkan dengan sapi Jepang hitam. Luasan MLD pada sapi Jepang coklat dengan sapi Jepang hitam pun berbeda meskipun ketebalan lemak subkutan dan ketebalan tulang rusuk pada sapi Jepang coklat lebih tipis. Selain itu skor penyebaran marbling pada sapi Jepang coklat pun lebih rendah dibandingkan sapi Jepang hitam. Perbedaan tersebut dapat disebabkan oleh perbedaan genetik (breed sapi) selain karena perbedaan lama penggemukan dimana lama penggemukan sapi Jepang coklat adalah enam bulan lebih pendek.

Tabel 2. Analisis varians dari sifat karkas Sapi Jepang Coklat

Sumber Variasi	db	Rata-rata Kuadrat			
		MLD	TTR	TLS	MS
Pejantan	120	698,7**	663,1**	1.270,1**	3,63**
Jenis kelamin (X)	1	2.871,5**	1.053,8**	13.735,3**	3,45**
Musim awal penggemukan (S)	3	433,3**	2.501,0**	242,1**	0,46
Tahun penggemukan (Y)	8	718,7**	1.040,3**	2.211,8**	20,40**
(S) * (Y)	24	125,5**	205,4**	246,3**	0,59**
(X) * (Y)	8	58,3**	174,6**	221,5**	0,36
(X) * (S)	3	45,7**	94,7	581,4**	0,82**
Regresi linear :					
Tahun penggemukan	1	57,7	1.826,8**	1.166,0**	5,55**
Berat awal penggemukan	1	7.404,8**	25.588,9**	17.427,7**	1,79**
Lama penggemukan	1	1.142,7**	10.013,9**	4.038,2**	6,30**

MLD : luas otot M. longissimus dorsi (cm²); TTR : tebal tulang rusuk (mm); TLS : tebal lemak subkutan (mm); MS : skor penyebaran marbling; * : p<0,05; ** : p<0,01

Efek pejantan, jenis kelamin dan tahun penggemukan berpengaruh sangat nyata ($P<0,01$) untuk semua sifat karkas. Rataan beda nyata terkecil dari MLD, MS dan TTR pada sapi Jepang coklat jantan muda lebih tinggi daripada sapi Jepang coklat betina muda.

Berat badan dan proporsi lemak intramuskular pada sapi Jepang coklat jantan muda lebih berat dan lebih banyak dibandingkan dengan sapi Jepang coklat betina muda meskipun rata-rata TLS pada sapi Jepang coklat betina muda terlihat lebih tebal. Hasil tersebut dapat digunakan sebagai informasi untuk menseleksi sapi pejantan Jepang coklat berbasis pada MLD dan MS.

Faktor interaksi antara tahun penggemukan dengan musim awal penggemukan berpengaruh nyata ($P<0,01$) untuk semua sifat karkas namun faktor interaksi antara tahun penggemukan dengan faktor jenis kelamin ternak sapi hanya berpengaruh nyata untuk MLD, TTR dan TLS. Sedangkan faktor interaksi antara musim awal penggemukan dengan jenis kelamin ternak sapi berpengaruh pada MLD, TLS dan MS.

Faktor regresi linear dari seluruh sifat karkas adalah positif dan nyata ($P<0,01$) dipengaruhi oleh tahun penggemukan, berat badan awal penggemukan dan lama penggemukan kecuali untuk pengaruh tahun penggemukan pada MLD adalah tidak nyata.

Hal ini berarti bahwa semakin tinggi berat badan awal penggemukan dan semakin panjang lama penggemukan cenderung akan memperbesar ukuran MLD, mempertebal TLS dan TTR serta mempertinggi skor sebaran marbling namun pertumbuhan MLD tidak meningkat sejalan dengan tahun penggemukan.

Tabel 3. Parameter genetik sifat karkas Sapi Jepang Coklat

Sifat Karkas	MLD	TTR	TLS	MS
MLD	0,36	0,55	- 0,14	0,38
TTR	0,27	0,22	0,17	0,62
TLS	- 0,03	0,32	0,33	0,05
MS	0,21	0,28	0,03	0,32

MLD : luas otot *M. longissimus dorsi* (cm²); TTR : tebal tulang rusuk (mm); TLS : tebal lemak subkutan (mm); MS : skor penyebaran marbling; Nilai dugaan korelasi genotip berada di atas diagonal; Nilai dugaan korelasi fenotip berada di bawah diagonal; Nilai dugaan heritabilitas berada pada diagonal

Nilai dugaan heritabilitas pada Tabel 3 masih dalam kisaran sedang artinya kemampuan menurunkan sifat kualitas dan kuantitas karkas dari para tetua pada turunannya masih memerlukan tahapan seleksi untuk mendapatkan populasi tetua yang berkualitas genetik lebih baik.

MLD memperlihatkan nilai dugaan heritabilitas tertinggi (0,36) dibandingkan dengan TLS (0,33), MS (0,32) dan TTR (0,22). Nilai dugaan heritabilitas untuk MLD berada pada kisaran hasil penelitian sebelumnya yaitu pada sapi Jepang hitam pejantan muda 0,54 (Oyama, *et al.*, 1996); pada sapi Jepang coklat pejantan muda sebesar 0,38 (Hirooka, *et al.*, 1996). Namun hasil dugaan heritabilitas untuk MS lebih rendah daripada Hirooka, *et al.*, (1996) yaitu 0,40. Rahim (1998) menggunakan sapi Jepang coklat strain Kumamoto menemukan nilai dugaan heritabilitas untuk sifat karkas berturut-turut yaitu MLD (0,37), TTR (0,24), TLS (0,28) dan MS (0,27).

Perbedaan nilai dugaan heritabilitas dapat disebabkan oleh perbedaan sumber data (breed ternak, jumlah populasi, dll) serta perbedaan model statistika yang digunakan saat menganalisis data.

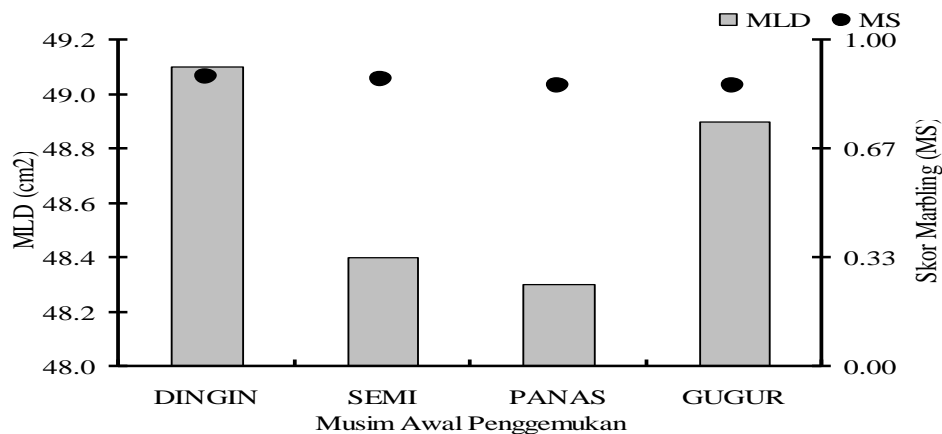
Seluruh nilai dugaan korelasi genotip antar sifat karkas sapi Jepang coklat adalah positif, bernilai rendah hingga sedang dan nilainya berkisar antara 0,05 – 0,62 kecuali korelasi genotip antara MLD dengan TLS bernilai negatif ($r_g = -0,14$). Nilai dugaan korelasi genotip yang rendah diperlihatkan pada korelasi antara TLS dengan TTR ($r_g = 0,17$) dan antara TLS dengan MS ($r_g = 0,05$).

Variasi hasil korelasi genotip antara TLS dengan MS ditemukan oleh Wilson, *et al.*, (1993) menggunakan sapi Angus ($r_g = -0,13$) dan Rahim (1998) menggunakan sapi Jepang coklat strain Kumamoto ($r_g = -0,05$). Nilai dugaan korelasi genotip antara MLD dengan MS ($r_g = 0,38$) lebih tinggi daripada nilai dugaan yang ditemukan oleh Hirooka, *et al.*, (1996) pada sapi Jepang coklat pejantan muda ($r_g = 0,12$) dan Rahim (1998) pada sapi Jepang coklat strain Kumamoto ($r_g = 0,24$) namun lebih rendah daripada nilai dugaan menurut Harada (1996) pada sapi Jepang coklat induk ($r_g = 0,73$).

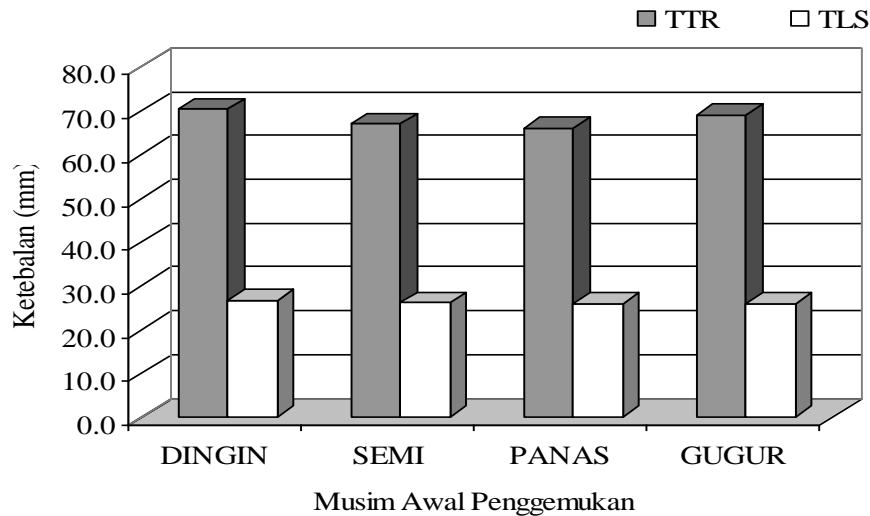
Korelasi fenotip untuk semua sifat karkas adalah positif, bernilai rendah hingga sedang dan nilainya berkisar antara 0,03–0,32 kecuali korelasi antara MLD dengan TLS bernilai negatif ($r_p = -0,03$). Korelasi fenotip sedang ditemukan antara

TTR dengan MLD ($r_p=0,27$), TTR dengan TLS ($r_p=0,32$) dan TTR dengan MS ($r_p=0,28$) sedangkan korelasi fenotip rendah ditemukan antara MS dengan TLS ($r_p=0,03$).

Faktor musim awal penggemukan (Gambar 1 dan 2) berpengaruh nyata ($P<0,01$) pada semua sifat karkas kecuali pada MS. Ternak sapi yang mulai digemukkan pada musim dingin cenderung memiliki MLD terbesar ($49,1 \text{ cm}^2$), TTR ($70,3 \text{ mm}$) dan TLS ($26,6 \text{ mm}$) yang tebal serta skor sebaran marbling ($0,89$) yang cukup tinggi dibandingkan dengan ternak sapi yang mulai digemukkan pada musim-musim yang lain. Perbedaan faktor lingkungan seperti perbedaan tempat merumput berpengaruh pada variasi hasil analisis. Ternak melakukan perpindahan lokasi merumput dari daerah perbukitan ke daerah lembah dan dipelihara dalam kandang selama musim dingin dan kembali ke daerah perbukitan untuk pemeliharaan selama musim semi, panas dan gugur. Pemeliharaan dalam kandang selama musim dingin menyebabkan kuantitas asupan pakan lebih stabil tanpa pengeluaran energi yang berarti untuk berjalan mencari hijauan. Pada akhirnya terjadi pertumbuhan yang lebih tinggi pada saat musim dingin. Sedangkan pada musim semi, panas dan gugur, ternak digembalakan di daerah perbukitan. Ternak tersebut membutuhkan lebih banyak energi selama proses merumput dan perbedaan faktor lingkungan tersebut juga berpengaruh pada kualitas dan kuantitas pakan ternak terutama kualitas hijauan. Kondisi tersebut pada akhirnya berpengaruh pada pertumbuhan karkas ternak.

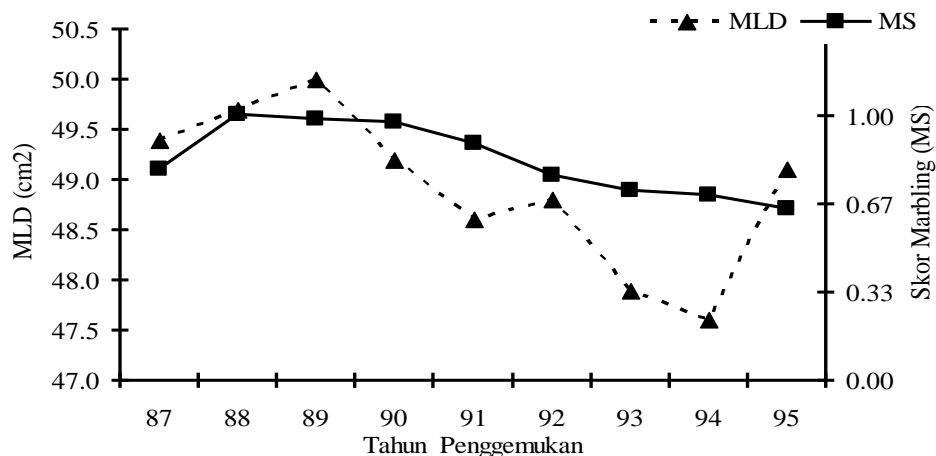


Gambar 1. Luasan otot *M. longissimus dorsi* dan sebaran marbling Sapi Jepang Coklat berdasarkan musim awal penggemukan



Gambar 2. Tebal tulang rusuk dan tebal lemak subkutan Sapi Jepang Coklat berdasarkan musim awal penggemukan

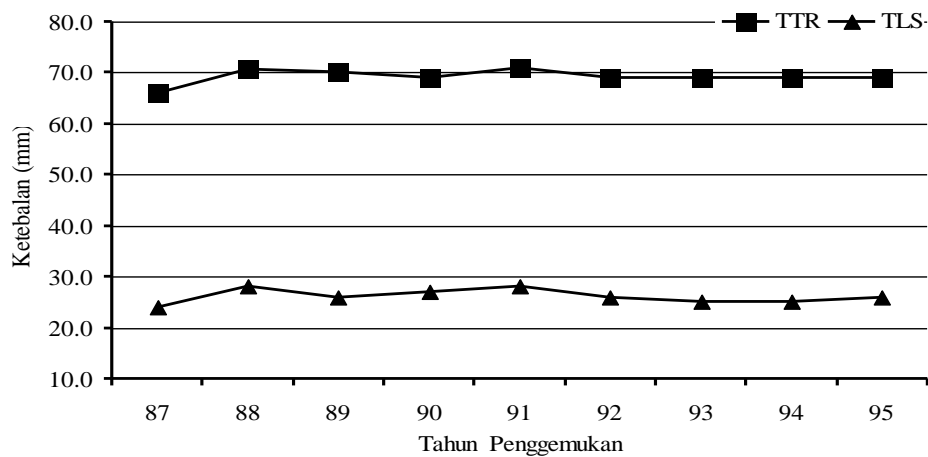
Perbedaan musim sebagai saat awal penggemukan berpengaruh pada perkembangan sifat karkas dimana musim dingin ternyata berpengaruh paling tinggi terhadap perkembangan MLD dan MS. Hal ini berindikasi bahwa ternak sapi yang mulai digemukkan pada musim dingin akan memiliki kualitas karkas (MLD dan MS) yang optimal. Ternak sapi yang mulai digemukkan pada musim gugur juga cenderung memiliki ukuran luasan MLD yang besar meskipun skor marbling dagingnya lebih rendah dari musim dingin, sedangkan ternak sapi yang mulai digemukkan pada musim panas atau gugur memiliki skor marbling yang baik namun luasan MLDnya tidak semaksimal pada musim dingin. Secara keseluruhan, pengaruh musim awal penggemukan tidak menghasilkan skor marbling pada ternak sapi Jepang coklat berbeda namun terdapat perbedaan pada luasan MLD.



Gambar 3. Luasan otot *M. longissimus dorsi* dan sebaran marbling Sapi Jepang Coklat berdasarkan tahun penggemukan

Faktor tahun penggemukan (Gambar 3 dan 4) berpengaruh nyata ($P < 0,01$) pada semua sifat karkas. Ternak sapi yang digemukkan pada tahun 1989 cenderung memiliki luasan MLD tertinggi ($50,0 \text{ cm}^2$). Total luasan MLD terlihat mengalami fluktuasi yaitu MLD meningkat sejak tahun 1987 hingga 1989 sekitar $1,9 \text{ cm}^2$ kemudian cenderung mengecil hingga tahun 1994 sekitar $2,4 \text{ cm}^2$ namun kembali meningkat hingga tahun 1995 sekitar $1,5 \text{ cm}^2$. Variasi pada MLD terlihat paling besar diantara sifat karkas lainnya. Pada tahun 1988 skor penyebaran marbling, ketebalan tulang rusuk dan ketebalan lemak subkutan terlihat lebih menonjol dibanding ternak sapi yang digemukkan pada tahun pengukuran lainnya. Sebaran skor marbling tidak terlalu besar yaitu antara 1 hingga 1 ($= 0,67-1,00$) dan mencapai skor tertinggi pada tahun 1988. Trend penurunan luasan MLD dan sebaran marbling menjadi informasi penting untuk memperbaiki faktor genetik dan lingkungan karena sangat besar pengaruhnya pada pertumbuhan ukuran MLD dan sebaran marbling.

Sebaran ketebalan tulang rusuk adalah $65,7 \text{ mm}-70,6 \text{ mm}$ dan sebaran ketebalan lemak subkutan adalah $23,9 \text{ mm}-28,0 \text{ mm}$. Kedua sifat tersebut mencapai ketebalan tertinggi pada tahun 1988. Ternak sapi yang digemukkan pada tahun 1988 cenderung memiliki ketebalan tulang rusuk ($70,6 \text{ mm}$) dan ketebalan lemak subkutan ($28,0 \text{ mm}$) yang lebih tinggi dibandingkan dengan ternak sapi yang digemukkan pada tahun pengukuran lainnya.



Gambar 4. Tebal tulang rusuk dan tebal lemak subkutan Sapi Jepang Coklat berdasarkan tahun penggemukan

SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor genetik berupa pejantan dan faktor lingkungan berupa musim awal penggemukan mempengaruhi penampilan kualitas dan kuantitas karkas sapi Jepang coklat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Pimpinan dan seluruh staf the Japanese Brown Cattle Registration Association Kumamoto Japan yang telah memberikan izin menggunakan data lapangan sapi Jepang coklat; kepada Prof. Hiroshi Harada dari Miyazaki University Japan selaku pembimbing; kepada the United Graduate School of Agricultural Sciences Kagoshima University Japan; kepada the Ministry of Education of Japanese Government (MONBUSHO) atas beasiswa untuk program Master dan Doctoral.

DAFTAR PUSTAKA

- Gaspersz, V. 1991. Metode Perancangan Percobaan. Bandung: Armico.
- Harada, H. 1996. Application of ultrasound for estimating carcass traits of beef cattle and pigs. Anim. Sci. Technol (Jpn.), 67, 651-666.

- Harvey, W.R. 1990. User's Guide for LSMLMW Mixed Model, Least Squares and Maximum Likelihood Computer Program (PC-2 ver.). Ohio State Univ. Columbus.
- Hirooka, H., Groen, Ab. F., and Matsumoto, M. 1996. Genetic parameters for growth carcass traits in Japanese Brown cattle estimated from field records. *J. Anim. Sci.*, 74, 2112-2116.
- Namikawa, K. 1992. Breeding History of Japanese Beef Cattle and preservation of Genetic Resources as Economic Farm Animals. *Wagyu* (2nd Ed.). Wagyu Registry Association. Kyoto, Japan.
- Oyama, K., Mukai, F., & Harada, H. 1995. Genetic relationships between live animal measurements at performance testing and field carcass traits of Japanese Black cattle. *Anim. Sci. Technol. (Jpn.)*, 66, 1-6.
- Oyama, K., Mukai, F., and Yoshimura, T. 1996. Genetic relationships among traits recorded at registry judgment, reproductive traits of breeding females and carcass traits of fattening animals in Japanese Black cattle. *Anim. Sci. Technol. (Jpn.)*, 67, 511-518.
- Rahim, L. 1998. Genetic improvement of the meat production performance of beef cattle. Ph.D. Dissertation. Science of Bioresource Production, The United Graduate School of Agricultural Sciences, Kagoshima University, Kagoshima, Japan.
- Wilson, D.E., Willham, R.L., Northcut, S.L., and Rouse, G.H. 1993. Genetic parameters for carcass traits estimated from Angus field records. *J. Anim. Sci.*, 71, 2365-2370.